

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
 Patentgesetz der DDR  
 vom 27.10.1983  
 in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
 Festlegungen im Einigungsvertrag

## PATENTSCHRIFT

(11) DD 296 998 A5

5(1) F 16 K 1/00  
A 61 M 1/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD F 16 K / 317 562 5 (22) 05.07.88 (44) 19.12.91

(71) Technische Universität Karl-Marx-Stadt, PSF 9 64, O - 9010 Chemnitz, DE

(72) Bauer, Michael, Dipl.-Ing.; Dietrich, Wolfgang, Dr.-Ing., DE

(73) Technische Universität Karl-Marx-Stadt, Sektion Informationstechnik, WB Gerätetechnik, O - 9010 Chemnitz, DE

(54) Anordnung zur Strömungswiderstandsveränderung in von Flüssigkeiten oder Gasen durchströmten Anordnungen

(55) Anordnung; Strömungswiderstandsänderung; durchströmte Anordnungen; mikromechanische Geräte; elektrostatische Auslenkung; teilweise metallisierte Halbkörper; Ventilkappen; Halbleitermaterial; Dielektrikum; äußere elektrische Spannung; Chipherstellung

(57) Die Anordnung zur Strömungswiderstandsveränderung in von Flüssigkeiten oder Gasen durchströmten Anordnungen kann vorzugsweise als schnellarbeitendes Ventil in mikromechanischen Geräten insbesondere in der Medizintechnik beim Implantieren von Insulinpumpen in den menschlichen Organismus eingesetzt werden. Das Ziel der Erfindung ist die Herstellung von einfachen Ventilen, die sich zur Minimalmengendosierung eignen und in einem Arbeitsgang mit der Chipherstellung gefertigt werden können. Erfindungsgemäß besteht die Anordnung aus zwei symmetrisch angeordneten, parallel zur Achse teilweise metallisierten Halbkörpern, aus denen die Ventilkappen nach Technologien der Mikroelektronik herausgeätzt werden. Die Ventilhalbkörper bestehen aus Halbleitermaterial und werden nach der Herstellung stoffschlüssig miteinander verbunden. Bei der Funktionsweise der Anordnung wird die Kraft des elektrischen Feldes auf ein Halbleitermaterial als elektrisch geladenen Körper genutzt. Durch Anlegen einer äußeren elektrischen Spannung werden die Ventilkappen in den Medienstrom hineingedrückt bzw. herausgezogen.

**Patentansprüche:**

1. Anordnung zur Strömungswiderstandsänderung in von Flüssigkeiten oder Gasen durchströmten Anordnungen, die nach dem Prinzip der elektrostatischen Auslenkung arbeitet und nach Technologien der Mikroelektronik hergestellt werden kann, gekennzeichnet dadurch, daß die erfindungsgemäße Anordnung aus zwei symmetrisch angeordneten, parallel zur Achse teilweise metallisierten Halbkörpern besteht, aus denen die Ventilkappen (3, 4) herausgeätzt werden und daß die so entstandenen metallisierten Ventilhalbkörper (1, 2) nach der Herstellung stoffschlüssig miteinander verbunden werden.
2. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die metallisierten Ventilhalbkörper (1, 2) aus einem Halbleitermaterial bestehen.
3. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Ventilkappen (3, 4) durch Anlegen einer äußeren elektrischen Spannung bewegt werden.
4. Anordnung nach Anspruch 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die metallisierten Ventilhalbkörper (1, 2) als integrierter Bestandteil bei der Chipherstellung gefertigt werden.
5. Anordnung nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß die stoffschlüssige Verbindung der metallisierten Ventilhalbkörper (1, 2) durch Kleben oder elektrostatisches Bonden erfolgt.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

**Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Strömungswiderstandsveränderung in von Flüssigkeiten oder Gasen durchströmten Anordnungen.

Die Anordnung ermöglicht die Regulierung kleinsten Mengen von aktiven oder gefährlichen Flüssigkeiten oder Gasen für medizinische oder labormäßige Zwecke, in der Mikroelektronik sowie für die Minimalmengenschmierung. Sie kann als schnellarbeitendes Ventil in mikromechanischen Geräten, in denen der Volumenstrom von flüssigen oder gasförmigen Medien gesteuert werden muß, eingesetzt werden. Ein spezielles Anwendungsgebiet besteht in der Medizintechnik beim Implantieren von Insulinpumpen in den menschlichen Organismus sowie der Regelung des Flusses in Infusions- und Transfusionsgeräten.

**Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Einrichtungen zur Regulierung des Medienstromes sind in der Technik in einer großen Anzahl bekannt. Die meisten arbeiten auf rein mechanischer bzw. elektromechanischer Basis. In DD 108 141 wird ein Schlauchklemmenventil beschrieben, bei dem eine Regulierung durch Verringerung des Schlauchquerschnittes mittels Klemmen erfolgt. Die mechanische Belastung des Schlauches ist groß, es können dauerhafte Verformungen des Schlauches auftreten, und eine genaue Dosierung ist nicht möglich.

DD 148375 beschreibt ein Schlauchventil, das mit einer Hülse mit kreisförmigem Ausschnitt, der mit einer elastischen Membran verschlossen ist, besteht. Zu dem kreisförmigen Ausschnitt führen Überströmkanäle.

Durch Druck auf die elastische Membran werden die Überströmkanäle entsprechend geöffnet oder verschlossen. In DE 3445740 wird ein Freiflußventil, das auf rein mechanischer Basis arbeitet, beschrieben. Ein elastischer Schlauch wird zwischen zwei gegenüberliegend gekoppelten Bolzen geführt. Die Regulierung des Medienstromes erfolgt, indem die Bolzen aufeinander zu bewegen werden und somit den Schlauch abquetschen.

Der Gebrauch von Klemmen und anderen mechanischen Elementen zur Regulierung der Fließgeschwindigkeit sind für eine genaue Minimalmengendosierung ungeeignet, da sich die Fließgeschwindigkeit im Laufe der Zeit selbstständig verändert, was in der Medizintechnik zu Havarien führen kann. Außerdem tritt bei längerem Gebrauch eine dauerhafte plastische Verformung des Schlauchquerschnittes ein.

Andere bekannte Anordnungen zur Minimalmengendosierung sind dadurch gekennzeichnet, daß es sich entweder um Einwegventile, um Magnetventile (DE-OS 2921832) oder Ventile, die durch Ausnutzung des piezoelektrischen Effekts (EP 0109235) arbeiten, handelt. Diese haben den Nachteil, daß sie aus mehreren Einzelteilen bestehen und nicht in einem Arbeitsgang mit der Chipherstellung gefertigt werden können. Sie sind deshalb in der Herstellung sehr kostenaufwendig. In WO 0025280 wird eine Lösung beschrieben, die nach dem Prinzip der elektrostatischen Kraft auf Kondensatorplatten arbeitet. Sie ist aber ebenfalls nicht in der Lage, die oben genannten Nachteile zu beseitigen.

**Ziel der Erfindung**

Das Ziel der Erfindung ist es, eine Anordnung zur Strömungswiderstandsveränderung in von Flüssigkeiten oder Gasen durchströmten Anordnung zu schaffen, die aus wenigen Einzelteilen besteht, billig in der Herstellung ist und in großen Stückzahlen produziert werden kann. Weiterhin soll sie eine große Dosiergenauigkeit aufweisen und mit hoher Zuverlässigkeit arbeiten.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anordnung zur Strömungswiderstandsveränderung in von Flüssigkeiten oder Gasen durchströmten Anordnungen zu schaffen, die extrem klein ist, eine Minimalmengendosierung ermöglicht, keine mechanische Ermüdung aufweist und mit Technologien der Chipfertigung hergestellt werden kann. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einer Anordnung gelöst, die aus zwei symmetrisch angeordneten, parallel zur Achse teilweise metallisierten Halbkörpern besteht, aus denen die Ventilkappen nach Technologien der Mikroelektronik herausgeätzt werden.

Als Grundmaterial für diese Halbkörper wird ein Halbleitermaterial – vorzugsweise Silizium – verwendet. Dieses wird beidseitig mit einer Isolationsschicht, zum Beispiel Siliziumdioxid, versehen, auf welche eine Metallschicht aufgedampft wird.

Nach dem Ätzvorgang werden die nun entstandenen Ventilhalbkörper symmetriegleich zusammengesetzt und mittels geeigneter Technik stoffschlüssig verbunden. Dies geschieht vorzugsweise durch Kleben oder elektrostatisches Bonden. Bei der erfindungsgemäßen Lösung wird die Kraft des elektrischen Feldes auf metallisch bedampftes Silizium als Kondensatorplatte ausgenutzt, wobei das Prinzip der elektrostatischen Auslenkung angewandt wird.

Durch das Anlegen einer äußeren elektrischen Spannung an die Ventilkappen und die Ventilhalbkörper werden die Ventilkappen entweder vom Ventilhalbkörper angezogen oder abgestoßen.

Durchströmt beispielsweise das Medium die erfindungsgemäße Anordnung von A nach B, dann werden die Ventilkappen durch den Volumenstrom selbsttätig auseinandergedrückt.

Zum Schließen der erfindungsgemäßen Anordnung wird an die Ventilkappen und an die Ventilhalbkörper eine äußere elektrische Spannung unterschiedlicher Polarität angelegt, wobei die metallisierten Abschnitte auf den Ventilkappen und den dazugehörigen Ventilhalbkörpern jeweils das gleiche Potential aufweisen.

Als Anschlußstellen für die Spannungszuführung dienen die Leiterbahnen zu den metallisierten Abschnitten an den Ventilhalbkörpern.

Zum Öffnen der erfindungsgemäßen Anordnung wird an die Ventilkappen eine äußere elektrische Spannung gleicher Größe aber unterschiedlicher Polarität angelegt. Durchströmt das Medium die Anordnung in Gegenrichtung, also von B nach A, so versucht es die Ventilkappen zusammenzudrücken. Um dies zu verhindern, wird an die Ventilkappen eine äußere elektrische Spannung gleicher Größe aber unterschiedlicher Polarität angelegt, so daß sich die Ventilkappen voneinander abstoßen. Das Schließen der Anordnung erfolgt in gleicher Weise wie bereits oben angeführt.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung besteht im Gegensatz zu den herkömmlichen Klappenventilen darin, daß sie schnell schließen kann und in beiden Richtungen betreibbar ist. Aufgrund ihres einfachen Aufbaus, sie besteht nur aus zwei Einzelteilen, läßt sie sich in Massenproduktionen und damit äußerst billig herstellen.

Bedingt durch die geringen Abmessungen ist die erfindungsgemäße Anordnung vorwiegend für die Minimalmengendosierung einsetzbar. Weiterhin ist es vorteilhaft, daß sich die Anordnung leicht und nur mit geringen elektrischen Spannungen steuern läßt. Es ist besonders günstig, sie zusammen mit einer mikromechanischen Pumpe herzustellen und diese zusammen auf einem Chip unterzubringen.

Bedingt durch die Verwendung von einkristallinem Halbleitermaterial als Ventilhalbkörper arbeitet die erfindungsgemäße Anordnung ermüdungsfrei, wodurch eine hohe Zuverlässigkeit erreicht wird. Ein weiterer Vorteil, ebenfalls durch das verwendete Material bedingt, ist die große Beständigkeit gegen aggressive Medien.

### Ausführungsbeispiel

Die erfindungsgemäße Anordnung wird an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Dabei zeigen

Fig.1: einen Halbschnitt der erfindungsgemäßen Anordnung

Fig.2: eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen Anordnung

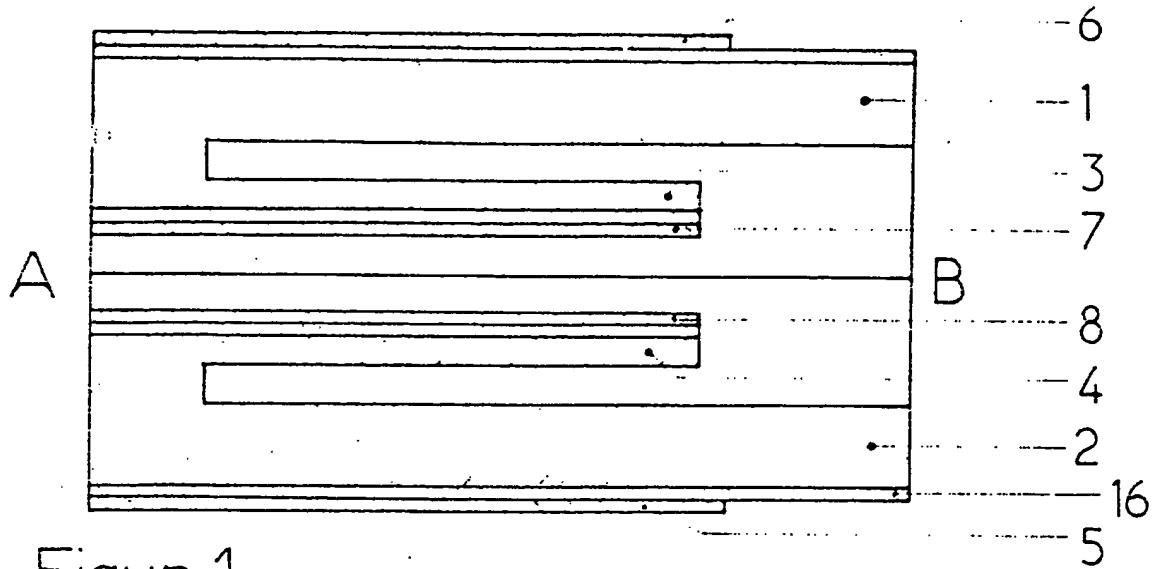
Fig.3: ein Anwendungsbeispiel für Pumpe und erfindungsgemäße Anordnung auf einem Chip.

Ein mögliches Einsatzgebiet der erfindungsgemäßen Lösung besteht in der Medizintechnik, beispielsweise beim Implantieren von Insulinpumpen in den menschlichen Organismus.

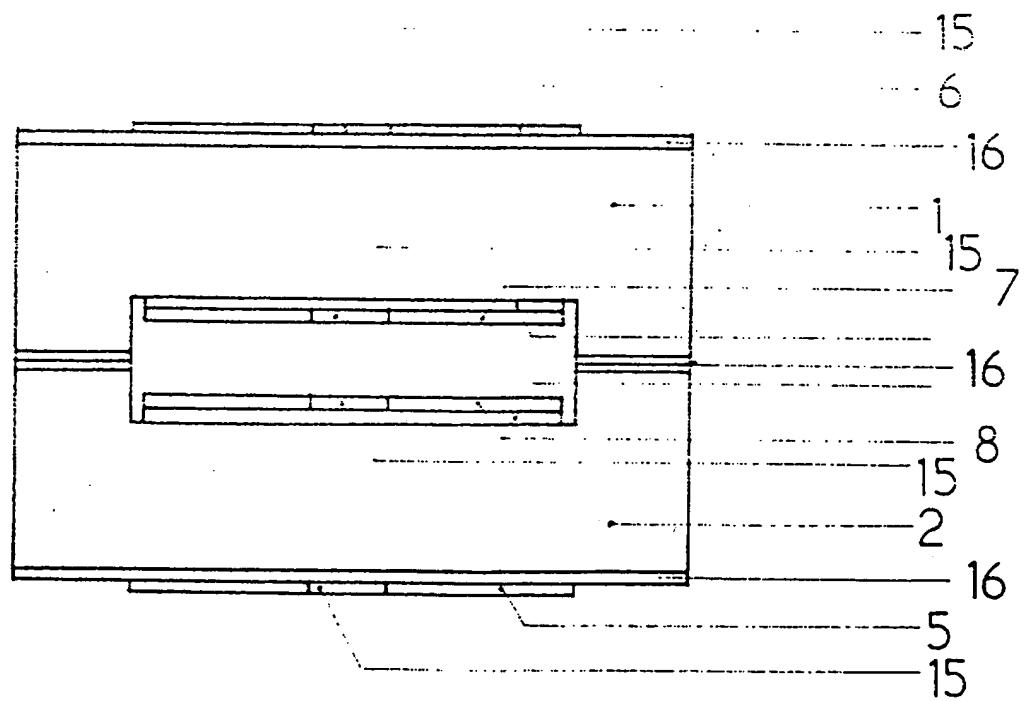
Besonders vorteilhaft ist es, sie gemeinsam mit einer mikromechanischen Pumpe auf einem Chip unterzubringen. Als Pumpe wird vorzugsweise eine Membranpumpe verwendet.

Für den Fall, daß die Dosierleistung einer einzelnen Anordnung für den Mediendurchfluß nicht ausreichend ist, besteht die Möglichkeit, die erfindungsgemäße Lösung in einer Gruppenanordnung anzuwenden. Damit ist es leicht möglich, die Dosierleistung zu erhöhen.

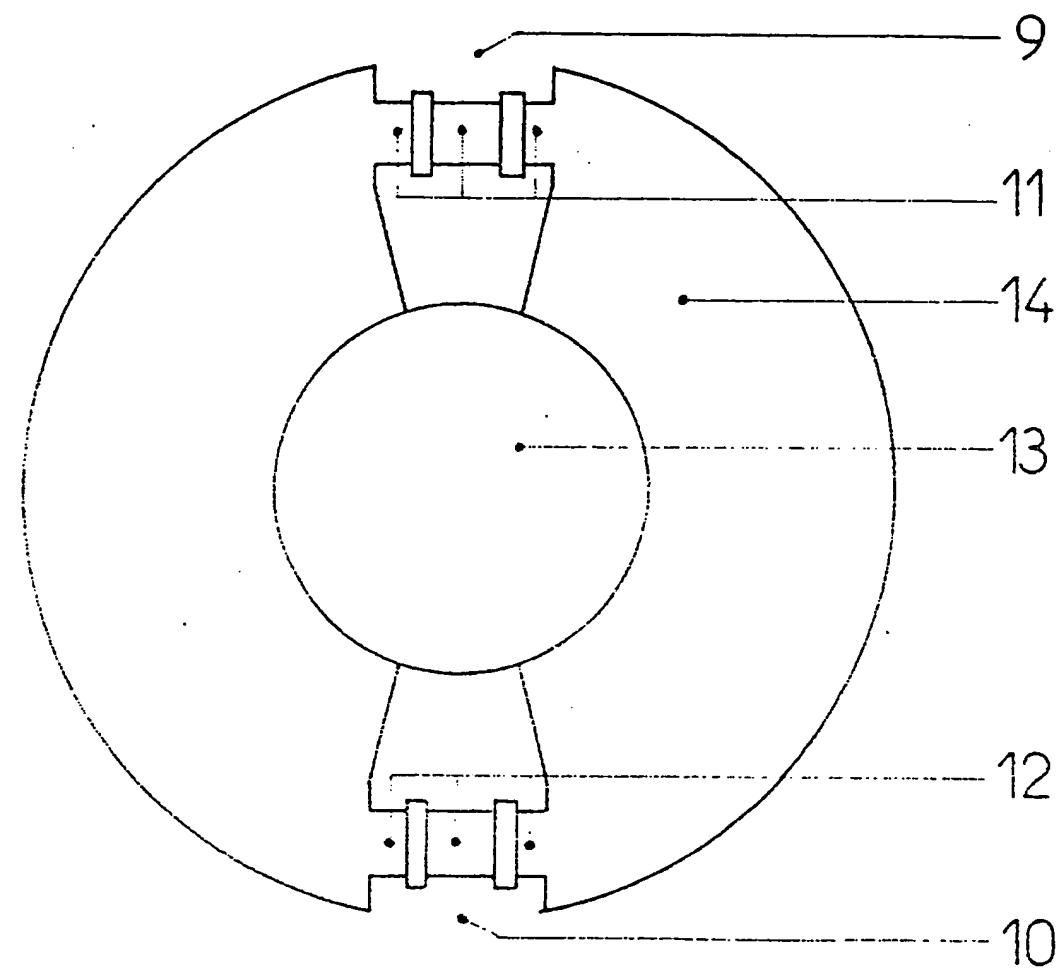
Ein möglicher Anwendungsfall ist in Fg.3 dargestellt. Das Ventil-Pumpen-System läßt sich leicht aus zwei gleichen Wafers herstellen. Die Herstellung der beiden Ventilhalbkörper 1 und 2, zweier parallel zur Achse teilweise metallisch bedampfter Halbkörper, die aus Halbleitermaterial, vorzugsweise Silizium, bestehen, erfolgt nach Technologien der Mikroelektronik. Wenn die Pumpenmembran 13 ansaugt, strömt das Medium durch den Einlaßkanal 9 in die Pumpe. Es öffnen sich die Einlaßventile 11, während die Auslaßventile 12 geschlossen sind. Stößt die Pumpe 14 das angesaugte Medium wieder aus, so werden die Auslaßventile 12 geöffnet und das Medium kann durch den Auslaßkanal 10 strömen. Die Einlaßventile 11 sind in dieser Zeit mit einer Spannung beaufschlagt, so daß sie geschlossen sind. Die Ansteuerung der Ventile erfolgt durch eine spezielle Ansteuerelektronik, die vom Verhalten der Pumpe 14 abhängig ist. Die Anschlußelektroden der Einlaßventile 11, der Auslaßventile 12 und der Pumpe 14 sind auf die Waferrückseite zu führen. Die beiden Wafers sind stoffschlüssig, vorzugsweise durch elektrostatisches Bonden oder durch einen das Medium nichtlösenden Kleber miteinander verbunden. Dabei ist es vorteilhaft, wenn an den Wafers spezielle Fügehilfen wie Sicken oder Senken angebracht werden.



Figur 1



Figur 2



Figur 3